

**WEARABLE MONITORING DEVICE DUA DIMENSI PADA TULANG
BELAKANG SEBAGAI ALAT BANTU PENCEGAHAN GEJALA KIFOSIS
POSTURAL**

oleh

Fa Brian Ganda Pratama

NIM: 612012041



1956 Skripsi

Untuk melengkapi salah satu syarat memperoleh

Gelar Sarjana Teknik

Program Studi Teknik Elektro

Fakultas Teknik Elektronika dan Komputer

Universitas Kristen Satya Wacana

Salatiga

Mei 2016



PERNYATAAN TIDAK PLAGIAT

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : FA BRIAN GANDA PRATAMA
NIM : 612012041 Email : rubikfast@gmail.com
Fakultas : TEKNIK ELEKTRO DAN KOMPUTER Program Studi : TEKI
Judul tugas akhir : WEARABLE MONITORING DEVICE DUA DIMENSI
PADA TULANG BELAKANG SEBAGAI ALAT BANTU
PENCEGAHAN GEJALA KIFOSIS POSTURAL
Pembimbing : 1. Deddy Susilo, M.Eng.
2. Daniel Santoso, M.S.

Dengan ini menyatakan bahwa:

1. Hasil karya yang saya serahkan ini adalah asli dan belum pernah diajukan untuk mendapatkan gelar kesarjanaan baik di Universitas Kristen Satya Wacana maupun di institusi pendidikan lainnya.
2. Hasil karya saya ini bukan saduran/terjemahan melainkan merupakan gagasan, rumusan, dan hasil pelaksanaan penelitian/implementasi saya sendiri, tanpa bantuan pihak lain, kecuali arahan pembimbing akademik dan narasumber penelitian.
3. Hasil karya saya ini merupakan hasil revisi terakhir setelah diujikan yang telah diketahui dan disetujui oleh pembimbing.
4. Dalam karya saya ini tidak terdapat karya atau pendapat yang telah ditulis atau dipublikasikan orang lain, kecuali yang digunakan sebagai acuan dalam naskah dengan menyebutkan nama pengarang dan dicantumkan dalam daftar pustaka.

Pernyataan ini saya buat dengan sesungguhnya. Apabila di kemudian hari terbukti ada penyimpangan dan ketidakbenaran dalam pernyataan ini maka saya bersedia menerima sanksi akademik berupa pencabutan gelar yang telah diperoleh karena karya saya ini, serta sanksi lain yang sesuai dengan ketentuan yang berlaku di Universitas Kristen Satya Wacana.

Salatiga, 16 Juni 2016



FA BRIAN GANDA PRATAMA



PERNYATAAN PERSETUJUAN AKSES

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : FA BRIAN GANDA PRATAMA
NIM : 612012041 Email : rubikfast@gmail.com
Fakultas : Teknik Elektronika dan Komputer Program Studi : Teknik Elektro
Judul tugas akhir : WEARABLE MONITORING DEVICE DUA DIMENSI
PADA TULANG BELAKANG SEBAGAI ALAT BANTU
PENCEGAHAN GEJALA KIFOSIS POSTURAL

Dengan ini saya menyerahkan hak *non-eksklusif** kepada Perpustakaan Universitas – Universitas Kristen Satya Wacana untuk menyimpan, mengatur akses serta melakukan pengelolaan terhadap karya saya ini dengan mengacu pada ketentuan akses tugas akhir elektronik sebagai berikut (beri tanda pada kotak yang sesuai):

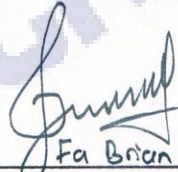
- ☒ a. Saya mengizinkan karya tersebut diunggah ke dalam aplikasi Repositori Perpustakaan Universitas, dan/atau portal GARUDA
- ☐ b. Saya tidak mengizinkan karya tersebut diunggah ke dalam aplikasi Repositori Perpustakaan Universitas, dan/atau portal GARUDA**

* Hak yang tidak terbatas hanya bagi satu pihak saja. Pengajar, peneliti, dan mahasiswa yang menyerahkan hak non-eksklusif kepada Repositori Perpustakaan Universitas saat mengumpulkan hasil karya mereka masih memiliki hak copyright atas karya tersebut.


** Hanya akan menampilkan halaman judul dan abstrak. Pilihan ini harus dilampiri dengan penjelasan/ alasan tertulis dari pembimbing TA dan diketahui oleh pimpinan fakultas (dekan/kaprodi).

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya.

Salatiga, 6 - 9 - 2016


Fa Brian Ganda Pratama
Tanda tangan & nama terang mahasiswa

Mengetahui,


Deddy Susilo, M.Eng.
Tanda tangan & nama terang pembimbing I


Daniel Santoro
Tanda tangan & nama terang pembimbing II

**WEARABLE MONITORING DEVICE DUA DIMENSI PADA TULANG BELAKANG
SEBAGAI ALAT BANTU PENCEGAHAN GEJALA KIFOSIS POSTURAL.**

oleh

Fa Brian Ganda Pratama

NIM: 612012041

Skripsi ini telah diterima dan disahkan
sebagai salah satu persyaratan guna mencapai gelar

SARJANA TEKNIK ELEKTRO

dalam

Konsentrasi Teknik Elektronika

Program Studi Teknik Elektro

Fakultas Teknik Elektronika dan Komputer

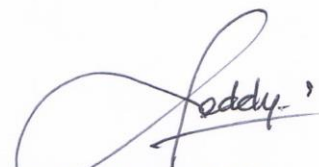
Universitas Kristen Satya Wacana

Salatiga

1956

Disahkan oleh:

Pembimbing I



Deddy Susilo, M.Eng

Tanggal: 10/6/16



Pembimbing II



Daniel Santoso, M.S.

Tanggal: 13/6/16

INTISARI

Manusia saat ini banyak yang bekerja di depan komputer sehingga menghabiskan waktu yang sangat lama untuk duduk. Mereka kurang mempedulikan tulang belakang mereka, sehingga dalam jangka panjang akan menyebabkan *moscuskeletal dissorder* seperti rasa nyeri pada tulang belakang, selain itu akan menurunkan tingkat produktivitas. Dalam jangka waktu yang lama tulang belakang tersebut akan membungkuk menimbulkan kifosis postural bahkan *scoliosis*.

Oleh sebab itu dibuatlah *wearable monitoring device* dua dimensi yang berfungsi untuk mencegah kifosis postural dan terhindar dari *moscuskeletal dissorder*. Cara kerja alat ini, memonitoring besarnya sudut 0° hingga 90° dari sisi diagonal dengan menggunakan sensor *accelerometer* dengan rata-rata toleransi sudut yang terukur 0.4° hingga 0.5° dibentuk antara tulang punggung dengan arah gravitasi bumi menggunakan modul GY-521. Pengukuran sudut yang dilakukan akurat menggunakan *complementary filter*. Data yang didapatkan melalui modul GY-521 selanjutnya akan dianalisis menggunakan program MATLAB dengan menampilkan grafik serta histogram besarnya sudut terhadap banyaknya sampel pengambilan data, dan hasil kesimpulan besarnya sudut kemiringan tulang belakang yang membungkuk. Dilakukan pengujian terhadap tiga puluh responden, 60% menyatakan dengan alat ini membantu punggung mereka lebih tegak 80° - 90° , dan dengan uji kuisioner menyatakan bahwa 77% merasa lebih fokus.

Kata kunci : GY-521, *complementary filter*, kifosis postural

ABSTRACT

Many people nowadays tend to spend their time by working on the computer which makes them sit for a long time. They are less concern about their backbone. In a long term, it could cause *moscuskeletal disorder* such as pain on their backbone. Moreover, it could decrease their productivities. If people do not pay attention to this problem, their backbone will be bent and it even causes postural kyphosis, scoliosis.

Therefore, solving this problem by creating spine two dimension wearable monitoring device for preventing the symtoms of postural kyphosis could restrain the structure of the backbone. This device will monitor the diagonal angle between 0 to 90 by using accelerometer which has accuracy 0.4° to 0.5° which is built between the backbone throught the gravitation direction using GY-521. The exact angle is measured by using complementary filter. The data from this device will be transferred to MATLAB; it shows graphic, histogram, and the result of backbones angle. Furthermore, over thirty respondens had participated to evaluate this device: 60% respondens felt that this device could increase their backbone posture to normal condition, 77% respondens felt it could increase their focus while they were working in front of computer.

Keywords: GY-521, *complementary filter* , postural *kyphosis*

KATA PENGANTAR

Puji dan syukur kepada Tuhan Yang Maha Esa dan Bunda Maria, segala hikmah, karunia, dan penyertaan yang diberikan sehingga skripsi ini dapat terselesaikan dengan baik. Segala yang telah penulis capai tidak terlepas dari bantuan, dorongan semangat, doa dan dukungan dari berbagai pihak. Maka, perkenankanlah penulis menyampaikan ucapan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada:

1. Pembimbing I, **Bapak Deddy Susilo, M.Eng** yang sejak saya di SMAN 1 Salatiga sudah mengenalkan dan membimbing saya pada dunia robotika dan elektronika, serta membimbing dalam perlombaan Olimpiade Penelitian Siswa Indonesia, dan Go Green In The City sehingga mampu menorehkan prestasi. serta Pembimbing II, **Bapak Daniel Santoso, M.S** Terima kasih atas bimbingan, arahan, saran, pemikiran kritis, nasihat juga yang tidak kalah penting, waktu dan kesabaran yang telah diberikan kepada penulis.
2. Terima kasih untuk **Ayah Rodemtus Robiyanto, Ibu Lorentia Tri Atmi Rahayu** atas dukungan material maupun immaterial dan dukungan doa.
3. Adik-adikku tercinta, **Cicilia Yiska Kusuma Pratama, Yoseph Demetrio Magenta Pratama** . Terima kasih untuk dukungan dan doa-doanya.
4. Kekasih dan Sahabat hidup terbaik, **Brigita Ni Made Wili Septiarini** atas doa, bantuan dan dukungannya.
5. Seluruh staff dosen, karyawan dan laboran FTEK, Mbak Rista, Mbak Yola, dan Mbak Ragil.
6. Keluarga rohani KTB, Mas Bayu, dan Bang Parulian, yang memberikan arahan dan pencerahan mengenai Tuhan Yesus, serta memberikan semangat untuk melanjutkan kuliah.
7. Sahabat-sahabat saya, Budi, Ricky, Gundul, Ovan, dan Candra yang selalu mendukung dan memotivasi dalam doa.
8. Para alumni hati selama kuliah, Denti Widya, Rosa Sonya, Putri Pricilia, Yessy Agustina dan Widita Rahmah yang telah memberikan kenangan dan semangat selama berkuliah.
9. Pihak-pihak yang tidak bisa disebutkan satu per satu, yang turut andil dalam usaha penulis menyelesaikan studi di Universitas Kristen Satya Wacana.

Tentunya ada begitu banyak pihak yang membantu penulis selama studi dan penulisan tugas akhir ini. Terima kasih.

Penulis menyadari bahwa skripsi ini masih jauh dari kata “sempurna”, oleh karena itu penulis sangat mengharapkan kritik maupun saran dari pembaca sekalian sehingga skripsi ini dapat berguna bagi kemajuan teknik elektronika.

Salatiga, 29 April 2016

Penulis



DAFTAR ISI

INTISARI.....	i
ABSTRAK	ii
KATA PENGANTAR	iii
DAFTAR ISI	v
DAFTAR GAMBAR	vii
DAFTAR TABEL.....	ix
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1. Tujuan	1
1.2. Latar Belakang	1
1.3. Batasan Masalah	3
1.4. Sistematika Penulisan	4
BAB II DASAR TEORI.....	4
2.1. Kifosis	5
2.2. Sensor Sudut Kemiringan	10
2.3. Kontroler.....	14
2.4. Penyimpanan Data	16
2.5. Pembuatan Piranti Lunak.....	17
BAB III PERANCANGAN SISTEM.....	18
3.1. Gambaran Sistem	18
3.2. Perancangan Perangkat Keras.....	20
3.2.1. Perangkat Keras Elektronik.....	18
3.2.2. Perancangan <i>Wearable Device</i>	24
3.3. Perancangan Perangkat Lunak.....	25
3.3.1. Perangkat Lunak pada Arduino.....	25
3.3.2. Perancangan Lunak pada MATLAB	29
 BAB IV PENGUJIAN DAN ANALISIS	 35

4.1. Pengujian Sensor GY-521	35
4.2. Pengujian Perangkat Keras	45
4.3. Pengujian Perangkat Lunak	48
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN.....	52
5.1. Kesimpulan	52
5.2. Saran Pengembangan	52
DAFTAR PUSTAKA	53
LAMPIRAN	56



DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1.	Besarnya Sudut Tulang Belakang Terhadap Garis Horizontal [4].....	6
Gambar 2.2.	Deteksi Posisi Tulang Belakang yang Melengkung Menggunakan The Spinal-Mouse System® [6].....	7
Gambar 2.3.	Penggunaan Brace pada Penderita Kifosis	8
Gambar 2.4.	Pengukuran Menggunakan Inclinometer Manual (Kiri) dan Flexicurve (Kanan)	9
Gambar 2.5.	Bentuk Fisik GY-521	10
Gambar 2.6.	Skema Rangkaian GY-521	10
Gambar 2.7.	Sudut yang terukur sensor pada sumbu x, y, dan z	13
Gambar 2.8.	Skematik Rangkaian Arduino Nano.....	14
Gambar 2.9.	GPIO Arduino Nano.....	15
Gambar 2.10.	Skematik Modul SD Card.....	16
Gambar 2.11.	Bentuk Fisik Modul SD Card.....	16
Gambar 3.1.	Blok Diagram Sistem	18
Gambar 3.2.	Skematik Elektronik Sistem Keseluruhan.....	21
Gambar 3.3.	PCB Skematik Menggunakan Eagles Cadsoft	22
Gambar 3.4.	3D Design Board Sistem Menggunakan Solid Work.....	23
Gambar 3.5.	Realisasi Modul Elektronik.....	23
Gambar 3.6.	Ukuran Korset yang Digunakan dalam Perancangann.....	24
Gambar 3.7.	Penempatan <i>Power Bank</i> , Sensor, dan Sistem Elektronik	24
Gambar 3.8.	Desain Pemasangan Seluruh Sistem Pada Tubuh.	25
Gambar 3.9.	Diagram Alir Algoritma Sistem pada Perangkat Keras	26
Gambar 3.10.	Diagram Alir Algoritma Sistem pada Perangkat Keras	27
Gambar 3.11.	Diagram Alir Algoritma Sistem pada Perangkat Keras	28
Gambar 3.12.	<i>Flow Chart</i> Analisis Data.....	30
Gambar 3.13.	<i>Graphical User Interface</i> Halaman Utama	32
Gambar 3.14.	<i>Graphical User Interface</i> Halaman Hasil	33
Gambar 3.15.	<i>Graphical User Interface</i> Halaman Tambah Data	34
Gambar 4.1.	Grafik Perbandingan Nilai <i>Accelerometer</i> dan <i>Gyro</i> Saat Berotasi	39
Gambar 4.2.	Grafik Perbandingan <i>Error</i> Sudut Menggunakan dan Tanpa <i>Compelementary Filter</i>	41

Gambar 4.3.	Grafik Perbandingan Sudut Menggunakan dan Tanpa <i>Compelementary Filter</i> Saat Diam.....	41
Gambar 4.4.	Grafik Perbandingan Sudut Menggunakan dan Tanpa <i>Compelementary Filter</i> Saat Berotasi.....	42
Gambar 4.5.	Grafik Perbandingan <i>Error</i> Sudut Menggunakan <i>Compelementary Filter</i> dan <i>Compelementary Filter</i> yang Sudah Diberi Nilai <i>offset</i>	44
Gambar 4.6.	Perancangan <i>Wearable device</i>	45
Gambar 4.7.	<i>Pie Chart</i> Uji Responden Terhadap Apa yang Dirasakan Responden pada Tulang Belakang Mode Siaga <i>Wearable Monitoring Device 2D</i>	46
Gambar 4.8.	<i>Pie Chart</i> Uji Responden, Apakah Responden Merasa Lebih Fokus atau tidak dengan Menggunakan Mode Siaga <i>Wearable Monitoring Device 2D</i>	46
Gambar 4.9.	Pengujian berat alat	47
Gambar 4.10.	Halaman utama.....	48
Gambar 4.11.	Menampilkan Data Rekam Medik yang tersimpan pada file Microsoft excel.....	48
Gambar 4.12.	Halaman hasil.	49
Gambar 4.13.	Perangkat Lunak Menampilkan Diagnosa..	49

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1.	Data Jarak Lengkung Tulang Belakang Terhadap Horizontal Gravitasi Bumi [5].....	13
Tabel 3.1.	Konfigurasi Pin pada Arduino Nano	15
Tabel 3.2.	Daftar penggunaan <i>library</i>	25
Tabel 4.1.	Data <i>Raw</i> Sensor <i>Accelerometer</i> GY-521	36
Tabel 4.2.	Data Percepatan Gravitasi Sensor <i>Accelerometer</i> GY-521	37
Tabel 4.3.	Pembacaan Sensor <i>Accelerometer</i> tanpa Menggunakan <i>Compelementary Filter</i>	40
Tabel 4.4.	Pembacaan Sensor <i>Accelerometer</i> dengan Menggunakan <i>Compelementary Filter</i>	40
Tabel 4.5.	Pembacaan Sensor <i>Accelerometer</i> dengan Menggunakan <i>Compelementary Filter</i> dengan memberikan nilai <i>offset</i> n	44
Tabel 4.6.	Status Tingkat Kifosis	50
Tabel 4.7.	Hasil Uji Responden.....	51